

IGS-I-EL-001(0)

مهر ۱۳۹۶

Approved

مصوب



شرکت ملی گاز ایران

مدیریت پژوهش و فناوری

امور تدوین استانداردها

IGS

دستورالعمل بازرسی

ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین

Enhancing Componds for Reducing The Electrical Resistance of
Earthing System



تاریخ: ۱۳۹۶/۱۰/۲۶
شماره: ک.ا.د.ب/۰-۳۹۹-۱۸۱۷۱



دفتر مدیر عامل

ابلاغ مصوبه هیأت مدیره

مدیر محترم پژوهش و فناوری

باسلام،

به استحضار می‌رساند در جلسه ۱۷۶۲ مورخ ۱۳۹۶/۱۰/۱۰ هیأت مدیره، نامه شماره گ.ا.د.ب/۰-۳۹۹/۱۸۱۷۱ مورخ ۹۶/۹/۲۹ مدیر پژوهش و فناوری در مورد تصویب نهایی استانداردها به شرح زیر مطرح و مورد تصویب قرار گرفت:

۱. مشخصات فنی شیرهای قفل شونده قبل از رگولاتور جهت انشعابات شبکه‌های گاز پلی اتیلن (بدون اتصال)

IGS-M-PL-012(2)

۲. مشخصات فنی جانمایی تجهیزات الکتریکی ضد انفجار در مناطق ایستگاه‌های تقلیل فشار و اندازه‌گیری

IGS-E-EL-032(0)

۳. دستورالعمل بازرسی ترکیبات بهسازی بمنظور کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین

IGS-I-EL-001(0)

۴. دستورالعمل بازرسی آزمایش مقاومت و نشستی شبکه‌های توزیع و تغذیه

IGS-I-DN-001(0)

این مصوبه به منزله مصوبه مجمع عمومی شرکت‌های تابعه محسوب و برای کلیه شرکت‌های تابعه لازم الاجرا می‌باشد.

الهام ملکی

دبیر هیأت مدیره

رونوشت: مدیر عامل محترم شرکت ملی گاز ایران و رئیس هیأت مدیره

اعضای محترم هیأت مدیره

مشاور و رئیس دفتر محترم مدیر عامل

رئیس کل محترم امور حسابرسی داخلی

رئیس محترم امور حقوقی

رئیس محترم امور مجامع

۹۳/۹/۲۹

۱۳۹۶/۱۰/۲۶

فهرست

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۳.....	مقدمه.....
۳.....	۱- هدف و دامنه کاربرد.....
۳.....	۲- منابع و مراجع.....
۴.....	۳- تعاریف و اصطلاحات.....
۴.....	۴- الزامات بازرسی ماده کاهنده مقاومت الکتریکی.....
۴.....	۴-۱- الزامات عمومی.....
۴.....	۴-۲- مستندات.....
۵.....	۴-۳- ماده.....
۵.....	۴-۴- علامت گذاری.....
۵.....	۵- آزمایش ها.....
۵.....	۵-۱- کلیات.....
۵.....	۵-۲- آزمایش عناصر تشکیل دهنده.....
۵.....	۵-۲-۱- کلیات.....
۶.....	۵-۲-۲- آزمایش شستشو (Leaching Test).....
۶.....	۵-۲-۲-۱- نحوه انجام آزمایش شستشو (Leaching Test).....
۶.....	۵-۲-۲-۲- تعیین یون های قابل شستشو.....
۶.....	۵-۲-۲-۳- معیار قبولی.....
۷.....	۵-۲-۳- هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAH: Polycyclic aromatic hydrocarbon).....
۷.....	۵-۲-۳-۱- کلیات.....
۷.....	۵-۲-۳-۲- نحوه آزمایش و تعیین غلظت.....
۷.....	۵-۲-۳-۳- معیار پذیرش.....
۸.....	۵-۳- تعیین سولفور (Sulphur determination).....
۸.....	۵-۳-۱- کلیات.....
۸.....	۵-۳-۲- معیار قبولی.....
۸.....	۵-۴- تعیین مقاومت مخصوص (Determination of resistivity).....

- ۸-۴-۱- کلیات ۸
- ۸-۴-۲- معیار قبولی ۸
- ۸-۵-۵- آزمایش خوردگی (Corrosion tests) ۸
- ۸-۵-۱- کلیات ۸
- ۹-۵-۲- معیار قبولی ۹
- ۹-۵-۶- علامت گذاری و شاخص ها ۹
- ۹-۶- فرم مرجع بازرسی برای مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین ۹
- ۱۰-۷- پیوستها ۱۰
- ۱۰-الف- تعیین مقاومت مخصوص ۱۰
- ۱۲-ب- آزمایشهای خوردگی ۱۲
- ۱۳-پ- محیطهای خورنده و غیر خورنده ۱۳
- ۱۳-ت- فرم مرجع بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین ۱۳
- فهرست شکل ها**
- ۱۱-الف-۱- وضعیت جعبه ی خاک چهار الکتروده ۱۱
- فهرست جداول**
- ۷-۱- معیار پذیرش آزمایش شستشو عناصر ۷
- ۱۳-پ-۱- مقاومت خوردگی برخی الکترودها نسبت به پارامترهای خاک ۱۳

مقدمه

امروزه سیستم زمین یکی از مهمترین مباحث در اکثر صنایع از جمله نفت، گاز، پتروشیمی به شمار می آید. در حال حاضر نیاز به سیستم زمین در کلیه شبکه های کامپیوتری، پستهای برق، دکل های مخابراتی و رادیویی، لازم می باشد. مجهز بودن تاسیسات و ساختمانها به سیستم زمین مطمئن و پایدار کمک بسزایی در عملکرد صحیح تجهیزات می نماید و از خرابی ناشی از اضافه ولتاژهای الکتروستاتیک، جریانهای اضافی، ولتاژهای ضربه ناشی از صاعقه، میدان مغناطیسی و سوئیچینگ جلوگیری می نماید. مواد کاهنده مقاومت الکتریکی زمین به دلیل دارا بودن مقاومت ویژه بسیار پایین برای پر کردن اطراف الکتروود زمین استفاده می شود. این مواد ضمن جلوگیری از خوردگی الکتروود زمین، کارایی سیستم زمین را به میزان قابل توجهی افزایش داده و موجب ارتقاء عملکرد و طول عمر آن می گردد.

۱- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این دستورالعمل، ارزیابی و بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین حین خرید می باشد به گونه ای که در کارکرد نرمال، کارایی آن قابل اعتماد بوده و خطری برای شخص و محیط اطراف نداشته باشد. ارزیابی و بازرسی ماده کاهنده مقاومت الکتریکی زمین به منظور دستیابی به سه هدف زیر انجام می شود:

الف) دستیابی به یک بستر با مقاومت مخصوص بسیار پایین اطراف الکتروود زمین

ب) جلوگیری از خوردگی شیمیایی الکتروود زمین و افزایش طول عمر آن

ج) سازگاری با محیط زیست و عاری بودن از هر گونه مواد آلاینده خاک و آب.

این دستورالعمل در تمامی شرکت های تابعه شرکت ملی گاز ایران قابل اجرا خواهد بود.

۲- منابع و مراجع

در تهیه این دستورالعمل، از منابع و استانداردهای زیر با در نظر گرفتن شرایط و مقتضیات حال حاضر شرکت ملی گاز ایران استفاده شده است.

2-1-IEC 62561 – 7: 2011 -Lightning Protection System Components (LPSC)-

Part 7: Requirements for Earthing Enhancing Compounds

2-2-BS EN 62561-7:2012 -Lightning Protection System Components (LPSC)-

Part 7: Requirements for Earthing Enhancing Compounds

2-3-BS 7430 :2011 +A1:2015- Code of practice for protective earthing of electrical installations

۲-۴- استاندارد کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسان، دفتر

آب و خاک

۲-۵- استاندارد کیفیت آبهای ایران، سازمان حفاظت محیط زیست، معاونت محیط زیست انسان، دفتر آب و خاک

۲-۶- استاندارد آب آشامیدنی- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ISIRI 1053، ویرایش پنجم

۲-۷- استاندارد کیفیت خاک- تعیین مقدار هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH)- روش کروماتوگرافی گازی با استفاده از آشکارسازی اسپکترومتری جرمی (GC- MS)، موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ISIRI 9520

۳- تعاریف و اصطلاحات

۳-۱- مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین (Earthing Enhancing Compound)

ترکیب رسانایی که باعث کاهش مقاومت الکتریکی سیستم زمین می‌شود.

۳-۲- دستورالعمل‌های تولید کننده/تامین کننده (manufacturer's/supplier's instructions)

دستورالعمل‌هایی که توسط تولید کننده / تامین کننده تهیه می‌شود و روش استفاده از مواد کاهنده در اجرای سیستم زمین را تشریح می‌نماید.

۳-۳- آزمایش شستشو (Leaching Test)

آزمایشی که در آن آزمایش، ماده کاهنده در تماس با شسنشودهنده قرار می‌گیرد و برخی از ترکیبات آن، استخراج می‌شود.

۴- الزامات بازرسی ماده کاهنده مقاومت الکتریکی

۴-۱- الزامات عمومی

مواد کاهنده مقاومت الکتریکی باید به گونه‌ای طراحی و ساخته شود که در استفاده نرمال، کارایی آن قابل اعتماد بوده و بدون خطر برای کاربر و محیط اطراف باشد.

انتخاب یک ماده کاهنده، به توانایی آن در تطابق با الزامات کاربردهای خاص، بستگی دارد.

۴-۲- مستندات

تولید کننده یا تامین کننده مواد کاهنده مقاومت الکتریکی زمین باید اطلاعات کامل را در مدارک خود لحاظ کند به گونه‌ای که شرکت بتواند ترکیب مناسب را انتخاب کند و به صورت صحیح و بی‌خطر نصب نماید.

تطابق (صحت) مستندات با بازرسی بررسی شود.

توجه: تولید کننده باید در کاتالوگ خودش، اطلاعات لازم درباره نگهداری مواد کاهنده توسط مصرف کننده در تمامی زمانها به منظور اینکه مشخصات ماده کاهنده پایدار بماند را فراهم کند.

۳-۴- ماده

ماده کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین باید از لحاظ شیمیایی نسبت به خاک بی اثر باشد. نباید محیط اطراف را آلوده کند. از لحاظ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی باید یک محیط پایدار ایجاد کند و مقاومت مخصوص کمی از خود نشان دهد. نباید شامل ترکیباتی باشد که باعث خوردگی الکترودهای مورد استفاده گردد. صحت (تطابق) با آزمایشهای مشخص شده در بندهای ۲-۵، ۳-۵، ۴-۵ و ۵-۵ بررسی شود.

۴-۴- علامت گذاری

تمام محصولات مطابق این دستورالعمل باید حداقل با موارد زیر علامت گذاری شود :

(الف) نام و علامت تجاری سازنده یا تأمین کننده

(ب) علامت شناسایی

(ج) مقدار مقاومت مخصوص

علامت گذاری باید بر روی بسته بندی لحاظ شود.

صحت (تطابق) طبق ۵-۶ بررسی شود.

۵- آزمایش ها

۱-۵- کلیات

- تمام آزمایش‌های مربوط به این دستورالعمل، آزمایش‌های نوعی (آزمایشگاهی (Type Test)) هستند.

- به جز موارد خاص، آزمایش‌ها با نمونه‌هایی که طبق دستورالعمل سازنده یا تأمین کننده در شرایط نرمال تهیه شده است، انجام شود.

- تمامی آزمایشها باید بر روی نمونه‌های جدید انجام شود.

توجه: با توجه به اینکه ترکیبات تشکیل دهنده مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین ممکن است در هر بار تولید متغیر باشد، باید برای هر تولید شماره تولید (Batch Number) منحصر به فردی در نظر گرفته شود و برای آن شماره تولید، آزمایشها انجام شود و گواهینامه معتبر صادر شود.

- توجه: به جز موارد خاص، سه نمونه برای هر آزمایش منحصر به فرد، مورد آزمایش قرار می‌گیرد و اگر همه معیارها رعایت شده باشد، الزامات برآورده شده است.

۲-۵- آزمایش عناصر تشکیل دهنده

۱-۲-۵- کلیات

بر اساس الزامات قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست و در راستای حفاظت از منابع آب و خاک، استانداردهای کیفیت منابع خاک و راهنماهای آن و استاندارد کیفیت آب‌های ایران تهیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست طی نامه

شماره ۰۳۴۴۴۱-۲۸/۱ مورخ ۹۳/۷/۲۶ توسط مقام محترم وزیر نفت جهت اجرا و بهره برداری به تمامی شرکتهای زیرمجموعه ابلاغ شده و لازم الاجرا می باشد.

۲-۲-۵- آزمایش شستشو (Leaching Test)

۱-۲-۲-۵- نحوه انجام آزمایش شستشو (Leaching Test)

آزمایش شستشو باید برای عناصر زیر و بر اساس استاندارد BS EN 12457-2 انجام شود:

۱- آهن (Fe iron)

۲- مس (Cu copper)

۳- روی (Zn zinc)

۴- نیکل (Ni nickel)

۵- کادمیوم (Cd cadmium)

۶- کبالت (Co cobalt)

۷- سرب (Pb lead)

۸- آرسنیک (Arsenic)

۹- باریم (Barium(Ba)

۱۰- کرم (Chromium (Cr)

۱۱- جیوه (Mercury(Hg)

۲-۲-۲-۵- تعیین یونهای قابل شستشو

تعیین غلظت اجزا تشکیل دهنده مرتبط می بایست مطابق با استاندارد EN 12506 انجام شود.

توجه ۱: استاندارد BS EN 16192:2011 جایگزین استاندارد مذکور شده است.

۳-۲-۲-۵- معیار قبولی

معیار پذیرش این آزمایش می بایست مطابق با قوانین ملی یا بین المللی در نظر گرفته شود.

معیار پذیرش این آزمایش مطابق با اطلاعات رسمی ارائه شده توسط دفتر آب و خاک معاونت محیط زیست انسان

سازمان حفاظت محیط زیست به صورت زیر در نظر گرفته شده است.

جدول ۱- معیار پذیرش آزمایش شستشو عناصر

ردیف	عناصر شناسایی شده	حداکثر غلظت مجاز (mg/L)
۱	آهن Fe (iron)	۰/۳
۲	مس Cu (copper)	۰/۰۵
۳	روی Zn (zinc)	۳
۴	نیکل Ni (nickel)	۰/۰۷
۵	کادمیوم Cd (cadmium)	۰/۰۰۳
۶	کبالت Co (cobalt)	۰/۰۵
۷	سرب Pb (lead)	۰/۰۱
۸	آرسنیک As (Arsenic)	۰/۰۱
۹	باریم Ba (Barium)	۰/۱
۱۰	کرم Cr (Chromium)	۰/۰۵
۱۱	جیوه Hg (Mercury)	۰/۰۰۱

۳-۲-۵- هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH: Polycyclic aromatic hydrocarbon)

۱-۳-۲-۵- کلیات

با توجه به تاکید سازمان حفاظت محیط زیست ایران مبنی بر انجام آزمایش و تعیین غلظت هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین، نحوه‌ی آزمایش و تعیین غلظت این گروه از مواد آلی در این دستورالعمل آورده شده است.

۲-۳-۲-۵- نحوه‌ی آزمایش و تعیین غلظت

نحوه‌ی آزمایش و تعیین غلظت هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای باید مطابق با استاندارد کیفیت خاک-تعیین مقدار هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH)- روش کروماتوگرافی گازی با استفاده از آشکارسازی اسپکترومتری جرمی (GC- MS) موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران با شماره ۹۵۲۰ (ISIRI 9520) صورت پذیرد.

۳-۳-۲-۵- معیار پذیرش

معیار پذیرش این آزمایش مطابق با استاندارد کیفیت آبهای ایران، باید حداکثر ۰/۰۰۰۲ میلی‌گرم بر لیتر باشد.

۳-۵- تعیین سولفور (Sulphur determination)

۱-۳-۵- کلیات

آزمایش تعیین سولفور باید طبق استاندارد ISO 4689-3 یا ISO 14869-1 و توسط ابزارها و تجهیزات مربوطه انجام شود. (ICP-AES , ICP-OES و یا سایر روشهای ICP)

۲-۳-۵- معیار قبولی

نتایج آزمایش، زمانی مورد قبول خواهد بود که تمام مقادیر اندازه گیری شده کمتر از ۲٪ باشد. نتایج مقدار ثبت شده از این آزمایش باید در اسناد محصول مشخص شود.

۴-۵- تعیین مقاومت مخصوص (Determination of resistivity)

۱-۴-۵- کلیات

برای اندازه گیری مقاومت مخصوص ماده کاهنده مقاوت الکتریکی سیستم زمین از روش چهار الکتروود که در استاندارد ASTM G57-06 توضیح داده شده است، استفاده می شود.

نمونه های ارائه شده مواد کاهنده باید از بسته بندی نمونه که توسط تولید کننده و مطابق با دستورالعمل تولید کننده آماده شده است، گرفته شود. سه نمونه مواد کاهنده مقاوت الکتریکی باید در جعبه ی آزمایش خاک (SOIL BOX) با روش چهار الکتروود آزمایش شود.

۲-۴-۵- معیار قبولی

اگر مقدار مقاومت مخصوص اندازه گیری شده هر سه نمونه برابر یا کمتر از مقدار مقاومت مخصوص ادعا شده توسط سازنده باشد، آزمایش قابل قبول خواهد بود.

یادآوری: کلیات، دستگاه آزمایش و روش آزمایش مقاومت مخصوص در پیوست ب ارائه شده است.

۵-۵- آزمایش خوردگی (Corrosion tests)

۱-۵-۵- کلیات

روش این آزمایش، روند تشخیص خوردنده بودن ماده کاهنده مقاوت الکتریکی سیستم زمین را در بر میگیرد. نرخ خوردگی با استفاده از متدهای مقاومت پلاریزه پتانسیو دینامیک که در ASTM G59 - 97 و ASTM G102 - 89 بیان شده مشخص می گردد. با استفاده از منحنی های پلاریزاسیون پتانسیل حاصل از مدار باز، منحنی های TAFEL مقاومت پلاریزاسیون محاسبه می گردد. این آزمایش از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که مواد کاهنده مقاوت زمین از نظر فیزیکی و شیمیایی باید بر روی الکترودهای زمین بی اثر باشند و هیچ گونه خوردگی روی الکترودهای زمین ایجاد نکند.

۲-۵-۵- معیار قبولی

- برای الکترودهای زمین صفحه مسی، مقدار مقاومت پلاریزاسیون در محیط های غیر خورنده باید بیش از $4 \Omega \times m^2$ و در محیط های خورنده باید بیش از $8 \Omega \times m^2$ باشد.

- برای الکترودهای زمین گالوانیزه، مقدار مقاومت پلاریزاسیون در محیط های غیر خورنده باید بیش از $3 \Omega \times m^2$ و در محیط های خورنده باید بیش از $7.6 \Omega \times m^2$ باشد.

- یادآوری: کلیات، دستگاه آزمایش، آماده سازی آزمایش و روش آزمایش در پیوست پ ارائه شده است.

- یادآوری: معیار تشخیص محیط های خورنده، براساس مقاومت مخصوص ارائه شده در جدول شماره ۸ استاندارد BS EN 7430:2011+A1:2015 تعیین می شود. که جدول مذکور در پیوست شماره ۸ ارائه شده است.

۶-۵- علامت گذاری و شاخص ها

اطلاعات لیست شده زیر باید بر روی یک بسته و/یا بر روی دیتا شیت (برگه اطلاعاتی) نصب و/یا در کاتالوگ سازنده حک شود.

بر روی هر بسته باید به صورت محو نشدنی علامت گذاری شود.

الف) نام تولید کننده یا علامت تجاری آن

ب) نوع یا شماره تولید یک محموله ماده کاهنده (batch No.)

ج) دستورالعمل نصب

د) مقدار مقاومت مخصوص و دستگاه آزمایش به کار برده شده

ه) تاییدیه انطباق با دستورالعمل جاری.

علامت گذاری باید توسط بازرس چک شود.

۶-۶- فرم مرجع بازرسی برای مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین

هدف از این بخش فراهم کردن الزامات عمومی برای گزارش های آزمایش آزمایشگاهی است که به منظور بهبود روش های گزارش دهی آزمایشگاهها، به نحوی که کامل و شفاف باشد.

نتایج هر یک از آزمایشهای انجام شده توسط آزمایشگاهها باید دقیق، شفاف، روشن و هدفمند طبق روشهای آزمایش این دستورالعمل گزارش شده باشد.

نتایج باید در یک فرم گزارش آزمایش گزارش گردد و باید شامل تمامی اطلاعات مورد نیاز برای تفسیر نتایج آزمایش به همراه روشهای مورد استفاده باشد.

برای ترتیب چیدمان گزارشها باید دقت و توجه ویژه ای در نظر گرفته شود به گونه ای که با ارائه نتایج آزمایشها، قرائت کننده برداشت یکسانی از روند آزمایشها داشته باشد.

طرح وشکل گزارش باید دقیق و مختص آزمایشهای انجام شده، طراحی شده باشد.

فرم مرجع بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین در پیوست ۱ ارائه شده است.

۷- پیوستها

پیوست الف- تعیین مقاومت مخصوص

الف- ۱- کلیات

برای اندازه گیری مقاومت مخصوص ماده کاهنده مقاومت الکتریکی از روش چهار الکترود که در استاندارد ASTM G57-06 توضیح داده شده است، استفاده می شود.

نمونه های ارائه شده مواد کاهنده باید از بسته بندی نمونه که توسط تولید کننده و مطابق با دستورالعمل تولید کننده آماده شده است، گرفته شود. سه نمونه مواد کاهنده مقاومت الکتریکی باید در جعبه ی آزمایش خاک (SOIL BOX) با روش چهار الکترود آزمایش شود.

با روش چهار الکترود ، ولتاژ اعمال شده بر روی الکترودهای بیرونی موجب جاری شدن جریان می شود. نتیجه افت ولتاژ بین الکترودهای داخلی با استفاده از ولت متر اندازه گیری شده و مقاومت حاصل شده اندازه گیری می شود . مقاومت مواد می تواند همچنین بصورت مستقیم اندازه گیری می شود .

مقاومت الکتریکی هر نمونه ماده کاهنده مقاومت سیستم زمین باید با استفاده از فرمول زیر به مقدار مقاومت مخصوص تبدیل شود :

$$\rho = \frac{R \times A}{a}$$

جاییکه :

ρ : مقاومت مخصوص نمونه بر حسب اهم سانتیمتر ($\Omega \text{ cm}$)

R: مقاومت بر حسب اهم (Ω)

A : سطح مقطع عرضی ظرف برای نشر جریان بر حسب سانتی متر مربع (cm^2)

a : فاصله بین الکترودهای داخلی ، اندازه گیری شده از لبه الکترودهای داخلی بر حسب سانتی متر (cm)

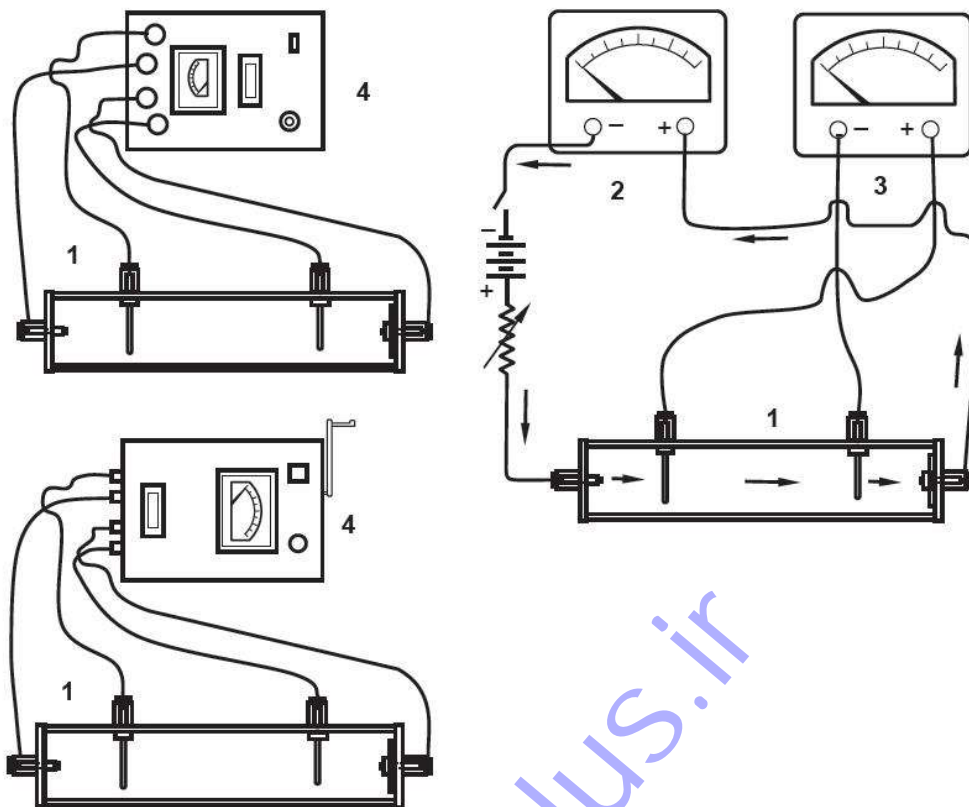
الف - ۲- دستگاه (وسیله) آزمایش:

- هر اندازه گیر مقاومت زمین موجود قابل اطمینان، دو خروجی جریان و دو خروجی ولتاژ یا منبع متناوب با فرکانس پایین ، یک ولت متر و آمپر متر امپدانس بالا دارد. اتصالات نمونه برای بکارگیری جعبه آزمایش خاک با انواع مختلف دستگاهها در شکل پ الف- ۱ نشان داده شده است.

- جعبه آزمایش خاک چهار الکتروده ، از مواد غیرهادی خنثی با چهار الکترود نصب شده ثابت ساخته شده است که جنس الکترودها از فولاد نرم یا ضد زنگ است.

جعبه های آزمایش خاک یا موجود هستند یا می توانند به شرطی که ابعاد درونی آن شناخته شده باشد، در اندازه های مختلف ساخته شوند .

- کابل‌های ارتباطی



۱- جعبه‌ی آزمایش خاک

۲- آمپر متر

۳- ولت‌متر

۴- اندازه گیر مقاومت الکتریکی

شکل الف-۱- وضعیت جعبه‌ی خاک چهار الکتروده

الف-۳- روش آزمایش

ماده کاهنده مقاومت باید طبق دستورالعمل تولید کننده آماده شده باشد. اگر ماده کاهنده از قبل آماده باشد و نیاز به آماده سازی نداشته باشد، باید هنگام دریافت، آزمایش شود.

اندازه گیری مقاومت مخصوص بعد از گذشت زمان مشخص شده توسط تولید کننده باید انجام شود تا اگر نیاز شود احیاء یا عمل آوری صورت گیرد.

نمونه ماده کاهنده مقاومت الکتریکی زمین باید به نحوی در جعبه آزمایش خاک قرار گرفته باشد که از تماس الکتریکی پایدار مناسب بین ماده کاهنده زمین و الکترودها مطمئن بود.

مقاومت (R) نمونه ها باید با استفاده از اندازه گیری مقاومت سیستم زمین یا روش های فنی (ناشی شده از اندازه جریان و ولتاژ) اندازه گیری شود و مقاومت مخصوص هر نمونه باید مطابق با بند الف-۱ محاسبه شود.

پیوست ب- آزمایش های خوردگی

ب-۱- کلیات

روش این آزمایش روند تشخیص خورنده بودن مواد کاهنده مقاومت الکتریکی زمین را در بر میگیرد. نرخ خوردگی با استفاده از متدهای مقاومت پلاریزه پتانسیو دینامیک که در ASTM G59 - 97 و ASTM G102 - 89 بیان شده مشخص می گردد. با استفاده از منحنی های پلاریزاسیون پتانسیل حاصل از مدار باز ، منحنی های Tafel و مقاومت پلاریزاسیون محاسبه می گردد. این آزمایش از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که مواد کاهنده مقاومت زمین از نظر فیزیکی و شیمیایی باید بر روی الکترودهای زمین بی اثر باشند و هیچ گونه خوردگی روی الکترودهای زمین ایجاد نکند.

ب-۲- دستگاه آزمایش

یک پتانسیواستات (Potentiostat) سه ترمیناله که می تواند پتانسیلهای متغیر مثبت و منفی ایجاد نماید و جریانهای لازم برای بدست آمدن آن پتانسیلها را ثبت کند، استفاده می شود.

۱- آب مقطر

۲- ظروف شیشه

۳- ترکیب کننده

۴- بالانس با دقت ± 0.001 گرم

ب-۳- آماده سازی آزمایش

- ترکیبی از ماده کاهنده مقاومت طبق دستورالعمل تولید کننده آماده کنید.
- سه الکتروده (الکترودهای کاری، مرجع و فعال) درون مواد طبق روش مقاومت پلاریزاسیون قرار دهید.
- به پتانسیواستات متصل کنید. الکتروده کاری باید از موادی باشد که نشانگر الکتروده زمین باشد (به عنوان مثال صفحه مسی یا فولاد گالوانیزه).
- الکتروده فعال باید یک الکتروده گرافیتی باشد.
- الکتروده مرجع عموماً سولفات مس است.
- مواد کاهنده طراحی شده برای استفاده در زمین های سخت باید بعد از دوره عمل آوردن مربوطه، آزمایش شده باشد.

- مواد کاهنده طراحی شده برای استفاده درون نوع خشک باید با محتوای آب حداقل ۴۰ درصد آزمایش شده باشد.

ب-۴- روش آزمایش

- پتانسیل مدار باز الکتروده کاری قرار داده شده درون مواد را به دست آورید.

- منحنی تافل برای مواد را به دست آورید.

- مقادیر ضریب تافل و مقاومت پلاریزاسیون (R_p) را تعیین نماید.

پیوست پ - محیطهای خوردنده و غیر خوردنده

معیار تشخیص محیط های خوردنده و غیر خوردنده برای آزمایشهای خوردگی بر اساس جدول شماره ۸ استاندارد BS 7430، مقاومت مخصوص در نظر گرفته شده است.

جدول پ- ۱ - مقاومت خوردگی برخی الکترودها نسبت به پارامترهای خاک

Table 8 Corrosion resistance of some electrodes materials related to soil parameters

Soil parameter	Electrode materials				
	Copper	Galvanized steel	Austenitic steel	Mild steel	
Resistivity, Ωm					
	<7	g	n	g	nn
	7 to 40	g	n	gg	n
	>40	gg	gg	gg	gg

Key

gg indicates corrosion resistance generally unaffected

g indicates corrosion resistance only slightly reduced

n indicates corrosion resistance moderately reduced

nn indicates corrosion resistance considerably reduced

پیوست ت - فرم مرجع بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین

شماره سند : شماره ویرایش: ۰۱ تاریخ بازرسی : صفحه ۱ از ۵	فرم بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین EARTHING ENHANCING COMPOUNDS INSPECTION CHECK LIST	 شرکت ملی گاز ایران
--	--	---

نام شرکت اصلی:

نام شرکت فرعی / منطقه:

نام تولید کننده/تامین کننده:

تاریخ آزمایش:		نام آزمایشگاه آزمایش کننده:			شماره تولید محموله :			
ردیف	عنوان آزمایش	روش آزمایش	معیار تایید		مقدار		نتیجه آزمایش	
			نام عنصر	حدکثرغلظت مجاز (mg/L)	اندازه گیری شده		تایید	عدم تایید
۱	آزمایش عناصر تشکیل دهنده	آزمایش شستشو (Leaching Test) EN 12457-2 BS EN 16192:2011 (ادامه)	آهن Fe (iron)	۰/۳	۱			
					۲			
					۳			
			مس Cu (copper)	۰/۰۵	۱			
					۲			
					۳			
			روی Zn (zinc)	۳	۱			
					۲			
					۳			
			نیکل Ni (nickel)	۰/۰۷	۱			
					۲			

ردیف	عنوان آزمایش	روش آزمایش	معیار تایید		مقدار اندازه گیری شده		نتیجه آزمایش		
			نام عنصر	حدکثرغلظت مجاز (mg/L)			تایید	عدم تایید	
	شماره سند : شماره ویرایش: ۰۱ تاریخ بازرسی : صفحه ۲ از ۵	فرم بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین EARTHING ENHANCING COMPOUNDS INSPECTION CHECK LIST				 شرکت ملی گاز ایران			
۱	آزمایش عناصر تشکیل دهنده (ادامه)	آزمایش شستشو (Leaching Test) EN 12457-2 BS EN 16192:2011 (ادامه)	کادمیوم Cd (cadmium)	۰/۰۰۳	۱				
					۲				
					۳				
			کبالت Co (cobalt)	۰/۰۵	۱				
					۲				
					۳				
			سرب Pb (lead)	۰/۰۱	۱				
					۲				
					۳				
			آرسنیک As(Arsenic)	۰/۰۱	۱				
					۲				
					۳				
			باریم Ba(Barium)	۰/۱	۱				
					۲				
					۳				



شماره سند :
شماره ویرایش: ۰۱
تاریخ بازرسی :
صفحه ۳ از ۵

فرم بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین

EARTHING ENHANCING COMPOUNDS INSPECTION CHECK LIST

ردیف	عنوان آزمایش	روش آزمایش	معیار تایید		مقدار اندازه گیری		نتیجه آزمایش	
			نام عنصر	حدکثر غلظت مجاز (mg/L)	شده		تایید	عدم تایید
۱	آزمایش عناصر تشکیل دهنده (ادامه)	آزمایش شستشو (Leaching Test) (ادامه)	کرم (Chromium) Cr	۰/۰۵	۱			
					۲			
					۳			
			جیوه (Mercury) Hg	۰/۰۰۱	۱			
					۲			
					۳			
		هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه‌ای (PAH) (mg/L)	(PAH)	۰/۰۰۰۲	۱			
					۲			
					۳			

ردیف		عنوان آزمایش	روش آزمایش	معیار تایید	مقدار اندازه گیری شده				نتیجه آزمایش		
					تایید		عدم تایید				
		شماره سند : شماره ویرایش: ۰۱ تاریخ بازرسی : صفحه ۴ از ۵	فرم بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین EARTHING ENHANCING COMPOUNDS INSPECTION CHECK LIST				 شرکت ملی گاز ایران				
۲	Sulphur Determination تعیین سولفور	ISO 4689 – 3 or ISO 14869-1	< 2%.	۱ ۲ ۳							
۳	Determination of Resistivity تعیین مقاومت مخصوص	ASTM G57-06	برابر یا کمتر از مقدار مقاومت مخصوص ادعا شده توسط سازنده	۱ ۲ ۳							
۴	Corrosion Test آزمایش خوردگی	ASTM G59-07 and ASTM G102-89	الکتروود کاری	محیط غیر خورنده	خورنده	الکتروود کاری	محیط غیر خورنده	خورنده	۱ ۲ ۳		
			صفحه مسی	$>4 \Omega.m^2$	$>8 \Omega.m^2$	صفحه مسی	گالوانیزه	غیر خورنده	خورنده		
			گالوانیزه	$>3 \Omega.m^2$	$7.6 \Omega.m^2$						

شماره سند : شماره ویرایش: ۰۱ تاریخ بازرسی : صفحه ۵ از ۵	فرم بازرسی مواد کاهنده مقاومت الکتریکی سیستم زمین EARTHING ENHANCING COMPOUNDS INSPECTION CHECK LIST	 شرکت ملی گاز ایران
--	--	---

۵	علامت گذاری و شاخص ها	معیار تایید	دارد	ندارد
		نام تولید کننده یا علامت تجاریش		
		نوع یا شماره تولید یک محموله ماده کاهنده (batch No.)		
		دستورالعمل نصب		
		مقدار مقاومت مخصوص و دستگاه آزمایش به کاربرده شده		
		تاییده انطباق با دستورالعمل جاری		

ردیف	نوع آزمایش	نتایج آزمایش		نتیجه نهایی		مشخصات بازرسی فنی
		تایید	عدم تایید	تایید	عدم تایید	
۱	آزمایش تعیین عناصر تشکیل دهنده					نام :
۲	تعیین سولفور					تاریخ:
۳	تعیین مقاومت مخصوص					امضاء:
۴	آزمایش خوردگی					
۵	علامت گذاری و شاخص ها					